

# UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

“Efecto de la fertilización a base de biol en la producción de pimiento  
(*Capsicum annum L*) híbrido Quetzal bajo condiciones de invernadero”

Ricardo Martín Cobo Jaramillo

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de  
Ingeniero en Agroempresa.

Quito, Diciembre del 2012

**Universidad San Francisco de Quito**

**Colegio de Ciencias e Ingenierías**

“Efecto de la fertilización a base de biol en la producción de pimiento  
(*Capsicum annum L*) híbrido Quetzal bajo condiciones de invernadero”

**Ricardo Martín Cobo Jaramillo**

Mario Caviedes C, Ms. Dr.

Director de Tesis

Antonio León, PhD.

Miembro de Comité de Tesis .....

Raúl de la Torre, PhD.

Miembro de Comité de Tesis .....

Eduardo Uzcategui, PhD.

Coordinador Agroempresas .....

Quito, Diciembre 2012

© Derechos de autor

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:.....

Nombre: Ricardo Martín Cobo Jaramillo

C.I.: 1802847986

Fecha: 11 diciembre 2012

## Agradecimiento

Agradezco de todo corazón a mis padres Ricardo y Gabriela por el apoyo que brindaron en este trabajo y durante mi vida universitaria, a mis hermanas María Gabriela y Maripaz por estar siempre pendientes de mi éxito, y de igual forma agradezco a Mario Caviedes, Eduardo Uzcategui, Raúl de la Torre, Carlos Ruales y Antonio León profesores y colaboradores que durante estos años de estudio y este trabajo me brindaron su ayuda para permitirme cumplir con los objetivos planteados

## Resumen

El pimiento, *Capsicum annum L*, es un producto hortícola que junto con otros como el tomate, es uno de los más demandados por los consumidores al momento de incorporarlos en su dieta alimenticia. En el Ecuador, el cultivo de pimiento se vuelve cada vez más popular, sin embargo la falta de investigación y desarrollo tecnológico en esta área, hace que su producción no tenga el óptimo rendimiento; por esta razón se estudió la producción de pimiento híbrido Quetzal bajo condiciones controladas, basada en una fertilización orgánica con biol. Este estudio se lo realizó en el Valle de Tumbaco, en el complejo de invernaderos de la Empresa Frutícola Montserrat donde se evaluaron 4 dosis de biol (90%, 70%, 50% y 30%); las variables de estudio fueron: peso del fruto, número de frutos, longitud y diámetro del fruto, altura de planta y altura de carga. Los resultados indican que las dosis 70%, 30% y el testigo fueron estadísticamente iguales en el caso de peso de fruto, en donde la dosis con 30 % de biol obtuvo la mayor magnitud; en la variable número de frutos las dosis 90%, 70%, 30% y testigo fueron estadísticamente iguales, en esta variable la dosis 70% biol alcanzó la mayor magnitud. Para el resto de variables no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las diferentes dosis de biol empleadas. El costo de producción estimado fue de \$ 2,200.07 por hectárea. Para obtener mejores resultados para medir el efecto del biol, se recomienda la realización del experimento a largo plazo.

## Abstract

Pepper, *Capsicum annum L*, is a product that with others such as tomatoes, is one of the most demanded from consumers at the time of making it part of their nutritional diet. In Ecuador, the growth of peppers is becoming more popular; however, the lack of investigation and development in this area do not allow the production to reach the optimal yield. For these reason, the production of Quetzal, a hybrid of pepper, under controlled conditions based on an organic fertilization with biol was studied. This experiment took place in the Valley of Tumbaco, at the greenhouse's complex owned by the fruit company Montserrat, where 4 doses of biol were evaluated (90%, 70%, 50% and 30%); the variables of study were: weight of the fruit, number of fruits, length and diameter of the fruit, height of the plant and height of production. The results indicate that the doses 70%, 30% and control, were statistically the same for the variable weight of the fruit, where the dose with 30% biol obtained the higher magnitude; for the variable number of fruits the doses 90%, 70%, 30% and control were statistically the same, for this variable the dose with 70% reach the higher magnitude. For the rest of the variables, significant statistically differences were not found. The estimated cost of production per hectare was \$ 2,200.07. In order to obtain better results about the effect of biol, a long term experiment should be realized.

## Tabla de contenidos

I.	Introducción.....	1
1.1.	Antecedentes.....	1
1.2.	Justificación.....	3
II.	Objetivos e hipótesis.....	5
2.1.	General.....	5
2.2.	Específicos.....	5
2.3.	Hipótesis.....	5
III.	Revisión de literatura.....	6
3.1.	Invernaderos.....	6
3.2.	Plagas y enfermedades.....	8
3.3.	Fertilización orgánica y utilización de bioles.....	12
3.4.	Costos de producción.....	15
IV.	Materiales y métodos.....	17
4.1.	Materiales.....	17
4.1.1.	Semilla.....	17
4.1.2.	Biol.....	17
4.2.	Métodos.....	19
4.2.1.	Manejo de la fase experimental.....	19
4.2.2.	Método estadístico.....	21
4.2.3.	Estimación de costos de producción.....	23
V.	Resultados.....	24
5.1.	Análisis de la variable peso del fruto.....	24
5.2.	Análisis de la variable número de frutos.....	25
5.3.	Análisis de la variable longitud del fruto.....	26
5.4.	Análisis de la variable diámetro del fruto.....	27
5.5.	Análisis de la variable altura de planta.....	28
5.6.	Análisis de la variable altura de carga.....	29
5.7.	Costos de producción de pimiento.....	31
VI.	Discusión.....	33
VII.	Conclusiones.....	38
VIII.	Recomendaciones.....	39
IX.	Bibliografía.....	40

## Índice de tablas

Tabla 1. Análisis químico del biol.....	18
Tabla 2. ADEVA correspondiente a la variable peso del fruto.....	24
Tabla 3. Separación de medias de Tukey para la variable peso del fruto.....	24
Tabla 4. ADEVA correspondiente a la variable número de frutos.....	25
Tabla 5. Separación de medias de Tukey para la variable número de frutos...	26
Tabla 6. ADEVA correspondiente a la variable longitud del fruto.....	27
Tabla 7. Medias para la variable longitud de fruto.....	27
Tabla 8. ADEVA correspondiente a la variable diámetro del fruto.....	28
Tabla 9. Medias para la variable diámetro del fruto.....	28
Tabla 10. ADEVA correspondiente a la variable altura de la planta.....	29
Tabla 11. Medias para la variable altura de la planta.....	29
Tabla 12. ADEVA correspondiente a la variable altura de carga.....	30
Tabla 13. Medias para la variable altura de carga.....	30
Tabla 14. Coeficientes técnicos y costos por hectárea.....	31



## **I.- Introducción**

### **1.1 Antecedentes**

El pimiento *Capsicum annuum* L, es un cultivo originario de México, Bolivia y Perú, el cual con el paso de los años se ha ido adaptando en diversos países a nivel mundial. Este producto hortícola, junto con otros productos como el tomate, es uno de los más demandados por los consumidores al momento de incorporarlos en una dieta alimenticia.

Este producto tiene una producción mundial de 28,070,851 t., distribuidas en un área de cultivo total de 1,814,237 ha; en lo referente a América del Sur existe una producción de 379,934 t distribuidas en 26,017 ha; y en un caso más específico en el Ecuador se producen 5,900 t. en 1,650 ha. sembradas (FAO, 2010).

En nuestro país el cultivo de pimiento se vuelve cada vez más popular, sin embargo la falta de investigación y desarrollo tecnológico en esta área, hace que su producción no tenga el óptimo rendimiento como en otros países, teniendo por ejemplo específico Chile que es uno de los países a nivel mundial con la mayor productividad dentro de este rubro alcanzando 33.92 t/ha (FAO, 2010).

Tradicionalmente el agricultor ecuatoriano encuentra nuevas alternativas de producción, las cuales pueden ser interesantes como en este caso el pimiento, sin embargo, la mayoría de los productores utilizan para su proceso productivo una agricultura tradicional lo que conlleva a una producción desactualizada, privada de avances tecnológicos y científicos que afectan principalmente a la eficiencia del cultivo.

Dentro de nuestro país uno de los problemas por los cuales los rendimientos de producción del pimiento son bajos comparados con países vecinos, se debe entre otros factores a: limitados estudios sobre variedades o híbridos existentes en el mercado; la tecnología empleada no es la adecuada; los costos de producción son elevados y la falta de asesoría técnica para los agricultores. Por esta problemática es que Ecuador tiene rendimientos de producción de 3.57 t/ha, mientras que Perú alcanza 8.09 t/ha, Colombia 11.8 t/ha y Chile un rendimiento sobresaliente de 33.9 t/ha (FAO, 2010).

Es muy común que los productores se conformen con variedades que han sido utilizadas durante muchos años, cerrándose a la posibilidad de experimentar con nuevos materiales genéticos, que se han ido desarrollando con el paso de los años y que presentan rendimientos más altos en comparación a los tradicionalmente logrados.

Otro de los aspectos que vale la pena recalcar, es que la producción de pimiento se la ha realizado a campo abierto durante muchos años, dejando de un lado la posibilidad de realizar estudios bajo condiciones controladas, es decir bajo condiciones de invernadero, en donde se pueden controlar factores como humedad, temperatura, luminosidad, plagas, enfermedades, fertilización, densidad de siembra, entre otras. Muchas de las veces, los bajos rendimientos alcanzados por agricultores, se deben a que no se puede controlar un factor como el clima, que durante los últimos años es una de las mayores limitantes en el proceso productivo para los agricultores.

Por otro lado, un problema que sigue aumentando, no solo en la producción de pimiento, sino en la producción de diferentes cultivos en general, es el

incremento en el precio de los fertilizantes. Este es un factor que cada vez tiene mayor importancia con el paso del tiempo, ya que los precios de los fertilizantes siguen incrementando y por ende también los costos de producción de todos los cultivos, siendo una de las causas para que los agricultores busquen nuevas alternativas para tratar de controlar este inconveniente, y una de las soluciones más adecuadas, que puede estar al alcance de los agricultores, es la utilización de distintas fuentes de fertilizantes orgánicos siendo una de ellas el biol, que aparte de ser un fertilizante de fácil preparación, tiene la ventaja de tener un valor económico mas bajo beneficiando así a los distintos agricultores (Arias Segura, 2011; INIA, 2008).

## **1.2 Justificación**

El pimiento es uno de los principales productos hortícolas del mundo, el cual presenta una demanda insatisfecha, por ejemplo, Estados Unidos, siendo uno de los mayores productores tiene su demanda cubierta en un 66%, brindando un mercado para aquellos productores de otros países, convirtiéndose en una alternativa interesante para los de países como Ecuador (FAO, 2009).

En el Ecuador, durante mucho tiempo, se viene cultivando pimiento a campo abierto, sin contar con el interés por parte de los agricultores de tratar de mejorar el cultivo, ampliando sus alternativas y realizando su trabajo en diferentes ambientes y métodos productivos, en este caso específico bajo condiciones de invernadero, teniendo como beneficio directo la obtención de información técnica y científica sobre su producción bajo este tipo de condiciones. En el país existen muy pocos estudios realizados en la producción de pimientos, uno de ellos es un estudio realizado por la Escuela Politécnica

del Litoral, ejecutado en la península de Santa Elena, en donde se estimaba un rendimiento de 12 t/ha mediante la utilización de pimienta morrón. Estos resultados muestran que, el rendimiento de un cultivo de pimienta a campo abierto es bajo comparado con el rendimiento esperado bajo condiciones de invernadero mediante la utilización de híbridos de pimienta Natalie o Quetzal que tienen rendimientos potenciales de hasta 35 t/ha, siendo prácticamente el doble que el rendimiento obtenido por parte de agricultores nacionales (Agripac, 2010; Suarez y Donoso, 2006).

La realización de un estudio mediante la utilización de un híbrido de alto rendimiento como lo es Quetzal, bajo condiciones controladas, permitiría un resultado favorable, obteniendo rendimientos altos, brindando una alternativa de producción a los agricultores de las provincias de la sierra ecuatoriana, y además brindando información técnica para este importante sector de la economía ecuatoriana.

Mediante la realización de este trabajo, también se podrá determinar si la utilización de diferentes fuentes de fertilizantes orgánicos permite la obtención de altos rendimientos de pimienta bajo condiciones de invernadero, disminuyendo costos de producción, y mejorando la eficiencia de todo el proceso de producción en el cultivo. Si bien es cierto, el uso de fertilizantes químicos es uno de los factores determinantes para la obtención de altos rendimientos, este estudio ayudará a determinar si el uso de fertilizantes orgánicos, sumado a la utilización de material genético de alta producción y la implementación de mejores técnicas bajo condiciones controladas, nos permitirá obtener altos rendimientos y el desarrollo de nuevas alternativas para el cultivo, diferentes a las tradicionalmente utilizadas en el país.

## **II. Objetivos e hipótesis**

### **2.1 General**

- 2.1.1 Evaluar el efecto de la fertilización a base de biol en la producción de pimiento híbrido Quetzal bajo condiciones de invernadero.

### **2.2 Específicos**

- 2.2.1 Utilizar tecnología con enfoque orgánico para mejorar la eficiencia del proceso productivo del pimiento
- 2.2.2. Determinar la dosis de biol mas adecuada para la producción de pimiento de alto rendimiento.
- 2.2.3. Realizar una estimación de costos de producción de pimiento mediante la fertilización a base de biol.

### **2.3. Hipótesis**

- 2.3.1 Las dosis de biol empleadas en la fertilización tienen un efecto significativo en la producción de pimiento híbrido Quetzal bajo condiciones de invernadero.

### **III. Revisión de literatura**

#### **3.1. Invernaderos**

A través de los años muchos agricultores se han visto afectados por factores climáticos adversos a los distintos cultivos, esto ha creado la necesidad de desarrollar ambientes alternativos para la producción, como el caso de los invernaderos, con la finalidad de sobrellevar este tipo de problemas.

Un invernadero es una estructura cerrada, la cual permite el cultivo de distintas especies mediante el manejo de factores climáticos como el viento, la lluvia, el sol, la luminosidad, la temperatura; brindando de esta forma las condiciones optimas para una mayor productividad (Sanz de Galdeano, et al. 2006).

Existen varios tipos de invernaderos los cuales han ido evolucionando a través de los años, es por esto, que los materiales empleados son variados. Las estructuras se encuentran principalmente constituidas por metal, madera y concreto, mientras que la cubierta de los mismos pueden utilizar una amplia gama de plásticos (Polietileno) o cristales dependiendo del tipo de cultivo y manejo que se requiera. Además, los invernaderos cuentan con sistemas de ventilación que facilitan el manejo de temperatura y humedad, ya sean estos mediante el uso de cortinas de viento o también sistemas mecánicos instalados en el interior (Gassó y Solomando, 2011).

Entre las principales ventajas que deben ser tomadas en consideración al momento de la implementación de un invernadero tenemos: producción intensiva, facilidad de cultivo durante todo el año, cultivo de productos en zonas con cierto tipo de restricciones por ejemplo bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvia excesiva, entre otras; además, se puede tener un mejor manejo de

enfermedades y plagas, mayores rendimientos por unidad de superficie e incluso mayor facilidad para implementar proyectos de investigación. Por otro lado, las posibles desventajas se encuentran relacionadas a un elevado costo de inversión, altos niveles de tecnificación, y elevados costos de producción en relación a cultivos a campo abierto. (Pacheco, 2010)

Como se mencionó anteriormente, un ambiente controlado facilita la ejecución de diferentes estudios agronómicos. Un ejemplo de esto es un experimento realizado en la Universidad Autónoma de Chapingo en México, donde se analizó el rendimiento de 17 variedades de pimiento morrón con despunte temprano a dos densidades de siembra distintas; los resultados de esta investigación determinaron que el rendimiento por unidad de superficie de ambas densidades de siembra no mostró diferencias, si embargo, la variedad que presentó los mejores rendimientos bajo este sistema de producción fue Orion (Reséndiz-Melgar, et al; 2010).

Otra investigación relacionada se realizó en el Valle de Culiacán, México; en este caso lo que se trató de investigar fue la respuesta por parte de tres híbridos de pimiento a tres soluciones nutritivas. Los híbridos utilizados fueron Calix (color rojo), PB 99205 (color amarillo) y Magno (color naranja). Al finalizar el experimento se determinó que el pimiento amarillo obtuvo un rendimiento entre 24% a 36% mayor en relación a los otros dos tipos de pimiento (Villa Castorena; et al, 2009).

Adicionalmente, en Almería España, se realizó una investigación respecto a la importancia del volumen de agua aplicado a un cultivar de pimiento en cuanto a factores como la producción y la fertilización y la eficiencia del uso de agua.

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que no existe relación entre el volumen de agua y la producción de los cultivares, mientras que la eficiencia fue mejor en aquellos cultivares en donde se utilizó volúmenes menores comprendidos entre 420 a 520 l/m<sup>2</sup> (Moreno, 2011).

Como se puede observar, gracias a tener ambientes controlados en los invernaderos, se pueden realizar todo tipo de estudios e investigaciones, garantizando que los factores externos disminuyan su influencia en los resultados obtenidos, sino que solamente los factores bajo estudio permitan encontrar diferencias a nivel experimental.

### **3.2. Plagas y enfermedades**

El pimiento comparte ciertas plagas y enfermedades comunes para las Solanáceas, cuya incidencia depende principalmente de las condiciones climáticas, el manejo agronómico del cultivo y el tipo o variedad del cultivar. Si bien es cierto, resulta mas sencillo el control de estos problemas bajos condiciones de invernadero, es necesario, la realización de monitoreos de forma constante al igual que el uso preventivo de las estrategias de manejo integrado de plagas, como por ejemplo una buena rotación de cultivos, el uso de organismos benéficos, la utilización de variedades resistentes y aplicaciones oportunas mediante productos orgánicos o químicos. . Todo lo mencionado anteriormente, sumado a un buen manejo de fertilidad y de las condiciones ambientales, pueden beneficiar a un sano desarrollo del pimiento bajo ambientes controlados lo cual se verá reflejado en una mayor productividad (Sanz de Galdeano, et al. 2004).



Entre las principales plagas del cultivo de pimiento se tiene ácaros como el *Tetranychus urticae* comúnmente conocido como araña roja la cual ocasiona manchas en las hojas con un posterior secamiento de la misma; áfidos o pulgones como el *Aphis gossypii* que se alimentan de la savia especialmente de plantas jóvenes en desarrollo causando daños directos e indirectos como la presencia de virus u otros insectos como hormigas; mosca blanca que puede ser *Bemisia tabacci* o *Trialeurodes vaporariorum* común en invernaderos, las cuales pueden afectar desde las primeras etapas del cultivo debilitando la planta, generalmente se encuentran en el envés de las hojas; larvas defoliadoras como *Spodoptera littoralis* o *Spodoptera exigua* que se alimentan de las hojas causando grandes daños y pérdidas cuantiosas si no se las controla a tiempo (Nuez, et al. 2003).

Al momento de controlar las plagas en cualquier tipo de cultivo, se debe tener siempre presente todas las alternativas existentes, es decir, tratar de usar controles mecánicos, biológicos y solo en caso de ser necesario recurrir al uso de productos químicos. Por ejemplo, para el control de plagas como la mosca blanca se cuenta con una gran variedad de organismos biológicos entre los cuales encontramos parasitoides como *Encarsia fuscipennis*, depredadores como *Delphastus pusillus* y *Orius insidiosus*, e incluso hongos entomopatógenos como *Verticillium lecanii*. En adición a esto, para un eficiente manejo integrado se recomienda una buena planificación de rotación de cultivos, evitando el uso de especies hospederas de tal forma que las poblaciones se mantengan siempre bajas resultando mas fáciles de controlar (Cardona, et al; 2005; Parsons, 1996).

En lo referente a los ácaros, existen varios tipos de acaricidas en el mercado; sin embargo, un producto recomendado para su control es el extracto de Neem, el mismo que su uso se encuentra autorizado dentro de la agricultura orgánica. El extracto de Neem es un aceite vegetal muy soluble en agua, con la capacidad de intervenir y bloquear el sistema endócrino de los insectos. Este aceite tiene la capacidad de evitar la reproducción de los insectos y además tiene la capacidad de bloquear la metamorfosis de las larvas (Ramos 2005; Reyes et al, 2003).

Por otro lado, un producto recomendado para el control de larvas de lepidópteros que afectan principalmente hojas y tallos en varios cultivos es Dipel. Este producto se trata de un insecticida biológico a base de compuestos naturales, específicamente de Bacillus thuringiensis. Este insecticida orgánico se caracteriza por la presencia de endotoxinas que son un veneno estomacal eficiente para el control de larvas, el mismo que actúa de forma inmediata evitando que sigan alimentándose de tejido vegetal. En Colombia, se realizó un estudio en el cual se evaluaron distintos insecticidas a base de Bacillus thuringiensis con la finalidad de controlar la polilla del tomate Tuta absoluta Meyrick, demostrando que mediante el uso de Dipel a una concentración de 1.25 g/l se alcanzó entre un 80% a 100% de mortalidad a partir del segundo día de la aplicación. Esto demuestra la validez de este insecticida en cualquier proceso productivo agrícola incluyendo el pimiento (Ramírez et al, 2010).

En cuanto a las enfermedades que mayor afectación presentan en el cultivo de pimiento están antracnosis que produce manchas circulares en los frutos al igual que cierta clorosis en las hojas; Botrytis o podredumbre gris la que ataca a los órganos vegetativos frescos; Oídio que afecta principalmente a las hojas,

Phytium, Ryzhoctonia y Fusarium que son enfermedades que afectan a las raíces desde la etapa de semilleros teniendo posteriores daños en etapas adultas (Llanos, 1999).

Al igual que para controlar las plagas, en el caso de las enfermedades, existen muchas alternativas válidas. Generalmente los agricultores optan en primera instancia por las medidas químicas sin darse cuenta que pese a que logran controlar el problema, están contaminando sus productos haciéndolos menos aptos para el consumo; sin embargo, existen varios estudios que han permitido desarrollar medidas orgánicas mas amigables con el ambiente y el consumidor. Por ejemplo, está comprobado que para el control de Botrytis se pueden utilizar sustancias volátiles provenientes de Streptomyces globisporus, las cuales una vez utilizadas para inocular los frutos, limitan la presencia de la enfermedad inhibiendo la germinación conidial; la dosis recomendada es 120 g/l de agua (Li et al, 2012).

De igual forma, para el caso de Fusarium que es otra de las enfermedades que mas afecta la producción de pimiento, se ha demostrado que un control eficiente a este problema es la utilización de Bacillus subtilis y Trichoderma harzianum Rifai. Estos dos bio-controladores, a más de suprimir el ataque de este patógeno, se caracterizan por inducir en la planta una resistencia sistémica en contra de la enfermedad, permitiendo un mejor desempeño del cultivo por periodos prolongados durante el ciclo. Esta comprobado que el uso de Trichoderma como método de control, a mas de presentar una acción rápida, cuenta con una gran eficiencia ante Fusarium. En el caso de Oídio, una alternativa orgánica para su control es el uso de azufre, el cual, a más de ser un eficiente método de control, es completamente amigable con el ambiente y

no causa toxicidad a las personas. Este tipo de control es muy utilizado en cultivos ornamentales, frutales y hortícolas que sufren daños causados por esta enfermedad. Según estudios realizados en el cultivo de alcachofa la dosis óptima para el control de esta enfermedad es de 2 g/l. (Moradi, et al; 2012; Sharma, 2011; Mauricio y Leal, 2011).

En función de obtener los mejores rendimientos al cultivar pimiento se deben poner en practica todas las estrategias posibles ya sean químicas, orgánicas y mecánicas dentro de un manejo integrado; el uso de semillas de calidad, el monitoreo constante, las buenas practicas agrícolas, el correcto manejo del ambiente dentro del invernadero y el uso adecuado de productos químicos y biológicos apoyarán el buen desarrollo de las plantas y la productividad.

### **3.3 Fertilización orgánica y utilización de bioles**

La agricultura se caracteriza por la necesidad de realizar varias actividades también conocidas como labores culturales, con la finalidad de obtener los mejores rendimientos por parte de los cultivos. Entre estas actividades a realizar en los diferentes cultivos, existe una de ellas, la misma que es fundamental para un buen desarrollo agrícola denominada fertilización. Sin importar que tipo de cultivo se maneje, sea este una especie frutal o se trate de un vegetal, ya sea de la costa o de la sierra, todos ellos requieren como base fundamental para su producción contar con la cantidad apropiada de nutrientes. El manejo del suelo es parte fundamental de cualquier tipo de cultivo; se debe entender que el suelo es un conjunto de propiedades físicas, químicas y biológicas que requieren de cierto balance para un óptimo aprovechamiento (Gonzálvez, 2008).

Existen dos tipos de fertilización: química y orgánica; la fertilización química ha sido muy utilizada durante las ultimas décadas debido al desarrollo y obtención de un sinnúmero de fertilizantes de origen químico o sintético, desplazando y convirtiendo a la fertilización orgánica como complementaria; sin embargo, los altos costos de los fertilizantes químicos, sumados a la preferencia por parte de los consumidores hacia el consumo de productos obtenidos mediante prácticas orgánicas, han permitido que el uso de los fertilizantes orgánicos en las practicas agrícolas actuales mejore la eficiencia del proceso productivo (Sánchez, 2010; Bustillo, 2010).

La fertilización orgánica se caracteriza por la aplicación de residuos o desechos de origen vegetal o animal con la finalidad de constituirse en la fuente principal de nutrientes para los cultivos, al igual que mejorar el equilibrio biológico del suelo y la textura del mismo. Una de las características principales de este tipo de fertilización, es que, su efecto no es de tan rápida acción y aprovechamiento en los cultivos como la fertilización química; sin embargo, pese a ser de descomposición mas lenta y de acción indirecta, los beneficios obtenidos incluyen una mejor estructura del suelo, se incrementa la capacidad de retención de nutrientes los cuales serán absorbidos según las necesidades de los cultivos, y una mejora en el agro ecosistema. Existen cuatros grupos de clasificación para los fertilizantes orgánicos: residuos de otros cultivos como hojas, tallos, cáscaras; residuos o desechos provenientes de la ganadería; además, se encuentran diferentes tipos de residuos industriales de origen natural y desperdicios generados por el consumo personal (Suquilanda, 1996; Hui-lian, et al, 2000).

Entre los distintos tipos de fertilizantes orgánicos podemos destacar al biol, que es un abono líquido el cual se lo obtiene generalmente del proceso de descomposición anaeróbica de desechos animales y vegetales; este proceso se lo realiza mediante la utilización de un biodigestor. Este tipo de fertilizante líquido se caracteriza por contener nutrientes fácilmente asimilables por parte de las plantas, lo que permite brindarles mayor vigorosidad y resistencia. Otra de las ventajas que proporciona el biol, es que a más de ser un abono orgánico, es un muy buen bioestimulante foliar y un completo potenciador de los suelos, y sobre todo su costo de producción es bajo. Por otro lado, la principal desventaja de este abono líquido, es el periodo de tiempo que se requiere para su elaboración. Generalmente el proceso de descomposición de la materia orgánica dura entre 3 y 4 meses, la cual puede acortarse si se aumenta la temperatura (INIA, 2008; Gomero, 2005).

Gracias al importante repunte del biol como fuente de fertilización, se han venido desarrollando distintos tipos de estudios dentro del campo agrícola mediante la utilización del mismo ya que a más de ser una buena fuente de nutrientes, permite bajar los costos de producción. Por ejemplo, en el Ecuador se realizó un estudio sobre el efecto de las dosis de biol en la producción de café arábigo Caturra, teniendo como resultado que los rendimientos del café aumentan conforme se aumenta la dosis, determinando que la concentración óptima para la aplicación foliar de biol es del 33%; mientras que la concentración óptima para aplicaciones al suelo es de 61%. De igual forma en el caso de hortalizas en la provincia de Imbabura se analizó el efecto de dos tipos de biofertilizantes artesanales con la finalidad de observar la respuesta del cultivo de pimiento, demostrando que con una dosis del 40 % se obtiene la

mejor respuesta por parte del cultivo con un rendimiento de 8.41 t/ha (Duicela; et al, 2003; Duque y Oña. 2007).

### **3.4 Costos de producción**

En la agricultura al igual que en cualquier proceso productivo existe un factor muy importante que demarca una línea entre el éxito y el fracaso; a este factor se lo conoce como costos de producción el cual involucra dentro de si aspectos como insumos, labores culturales, mano de obra, entre otros. Un buen manejo de costos en un proceso productivo, mas un manejo eficiente de los recursos, es la clave del éxito de todo agricultor. Durante los últimos años los costos del sector agrícola se han visto afectados por varias razones, entre las cuales podemos mencionar: el elevado precio de los insumos (semillas, fertilizantes, reactivos, productos fitosanitarios), el incremento del costo de la mano de obra y la escasez de la misma en las zona de producción, el aparecimiento de leyes y regulaciones para el sector y la inestabilidad del mercado de productos provenientes del agro. Todo esto ha sido razón de preocupación para los agricultores, obligándolos al desarrollo e implementación de nuevas tecnologías y procesos que ayuden a contrarrestar el alto costo de producción mediante la obtención de mejores rendimientos y la utilización de insumos alternativos existentes en el mercado agrícola actual.

Existe una gran variación de los costos de producción agrícola ligada principalmente al manejo realizado por cada agricultor. Esto se puede evidenciar con los dos ejemplos citados a continuación:

Según datos obtenidos por Suquilanda (2003), el costo directo para la producción de una hectárea de pimiento orgánico en la sierra norte y central del

Ecuador fue de \$ 9,012.04 en donde el componente principal corresponde a los insumos empleados para el manejo del cultivo, en el cual se encuentran incluidos semilla, fertilizantes, fitoestimulantes, insecticidas, fungicidas y envases, alcanzando un valor equivalente al 74.36 %; seguido por el de la mano de obra es el componente individual más alto en la producción, al cual se le atribuye un valor que corresponde al 23.33 %. Mediante este tipo de manejo la productividad estimada fue de 37 t/ha.

Por otro lado según la estimación de costos de producción realizada por Mendoza y Arregui (2008) para la producción de pimiento de forma tradicional en la región litoral, interandina y valles cálidos del Ecuador, el costo directo de producción fue de \$ 1,505.00; en donde, las labores culturales son el valor mas alto con un total de \$ 625.50 correspondiente al 41.56%, seguidos por los controles fitosanitarios con un valor de \$ 377.68 que da el 25.09% de los costos directos. El rendimiento estimado según este tipo de manejo fue de 16,8 t/ha.

Si bien es cierto que existe una gran diferencia entre los costos de producción de pimiento orgánico y tradicional, esto se debe principalmente al manejo, ya que en la producción orgánica son necesarios el uso de una mayor variedad de insumos cuyos precios son muchas de las veces mas altos que productos empleados tradicionalmente; e incluso el requerimiento de otras labores que requieren mayor empleo de mano de obra encarecen la producción.



## **IV. Materiales y Métodos**

### **4.1 Materiales**

#### **4.1.1 Semilla**

En la realización del experimento se utilizó el pimiento híbrido Quetzal. Este híbrido se caracteriza por su aceptación en el mercado debido a sus cualidades tanto agronómicas como por su rendimiento. Este tipo de pimiento presenta una planta vigorosa de buen porte, con un hábito de crecimiento semi-indeterminado. Los frutos son alargados de color verde oscuro, generalmente alcanzan una dimensión de 17 cm de largo y 5 cm de ancho, conformados por paredes gruesas de 3,5 mm. Su ciclo es de 85 días a la cosecha y comúnmente la densidad de siembra varía entre 30.000 a 35.000 plantas por hectárea, con una producción estimada de 30 t., lo cual puede variar de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona de cultivo. Quetzal es considerado un híbrido muy productivo, de buena adaptación a suelos y climas adversos, excelente manejo post cosecha, e incluso tolerancia a ciertas enfermedades como por ejemplo el virus del tabaco, virus de la papa y el virus moteado del pimiento. Todas estas características fueron tomadas en consideración para la utilización de esta semilla en el experimento para determinar el efecto de las dosis de biol (Agripac, 2010).

#### **4.1.2 Biol**

Para la realización del experimento se usó como fuente de fertilizante Biol. Este biol fue elaborado por el departamento de Química de la Universidad San Francisco de Quito, quienes fueron los proveedores durante la realización de todo el experimento. Este fertilizante líquido estaba elaborado principalmente a

base de excremento de ganado mezclado con desechos naturales de frutas y hortalizas. A partir de este fertilizante se hicieron las distintas disoluciones para su aplicación en el experimento.

Según el análisis químico realizado por el Departamento de Química e Ingeniería Química de la Universidad San Francisco de Quito se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 1. Análisis químico del biol**

Apariencia:	café-verdosa, turbio		
Olor:	moderado		
<b>Análisis químicos</b>			
Materia sólida:	TS	[%]	1,39
Materia sólida orgánica:	oTS	[%]	0,86
Valor de pH:		[-]	7,23
Demanda química de oxígeno:	DQO	[mg/l]	3470
Contenido de nitrógeno total :	N <sub>totales</sub>	[mg/l]	1200
Contenido de calcio:	Ca	[mg/l]	2246
Contenido de fósforo:	P	[mg/l]	-
Contenido de magnesio:	Mg	[mg/l]	613
Contenido de potasio:	K	[mg/l]	1540
Contenido de sodio:	Na	[mg/l]	-
Contenido de cobre:	Cu	[mg/l]	43
Contenido de hierro:	Fe	[mg/l]	426
Contenido de manganeso:	Mn	[mg/l]	32
Contenido de cinc:	Zn	[mg/l]	50
Contenido de azufre	S	[mg/l]	-
<b>Análisis microbiológicos</b>			
Coliformes totales:	Promedio 0 UFC*	[UFC]	0
E-choli totales:	Promedio 0 UFC*	[UFC]	0

Análisis microbiológico: sin dilución (factor 1)

\* UFC : Unidades formadoras de colonias

Con estos valores nutricionales obtenidos mediante el análisis químico del biol, se determinó que las cantidades de nutrientes presentes en el fertilizante son altos para ciertos elementos y bajos para otros, lo que permitió realizar una estimación de la cantidad de biol requerida para el estudio, en función del requerimiento nutricional del cultivo. Adicionalmente, los contenidos de fósforo, sodio y azufre no pudieron ser determinados en el análisis químico del biol.

## **4.2 Métodos**

### **4.2.1 Manejo de la fase experimental**

La fase experimental se la realizó en el Valle de Tumbaco, en el complejo de invernaderos de la Empresa Frutícola Monserrat (Latitud: 0° 13'15.0.1'' S 78° 24'0.5.65'' O), donde la Universidad San Francisco mantiene un convenio que facilita la realización de trabajos de investigación. El experimento contó con varias actividades las cuales son detalladas a continuación.

Preparación del semillero. Para preparar el semillero de pimiento, primero se esterilizó la tierra cocinándola a alta temperatura, para posteriormente llenar los vasos de plástico y colocar las semillas de pimiento híbrido Quetzal de forma individual en cada uno de ellos. Luego se procedió a ubicar los vasos con la semilla en las estanterías del invernadero de germinación. Una vez establecido el semillero el riego fue constante de tal forma que se garantizó una buena humedad para la germinación de las semillas. Así mismo, se realizaron dos aplicaciones con trichoderma (5 g/l de agua) con la finalidad de evitar cualquier tipo de problemas causados por patógenos, y además ayudar a elevar las defensas de las plántulas previo al trasplante, lo cual les brindó una mayor

resistencia. El periodo de germinación de las plantas previo al trasplante fue de 45 días. En total se sembraron 2000 semillas de las cuales 364 no germinaron, lo que significa que se obtuvo un porcentaje de germinación del 81.8%.

Preparación del terreno. Al mismo tiempo que se preparaban las plántulas para el experimento, se preparó el terreno dentro del invernadero donde se llevó a cabo el mismo. En total se prepararon 6 camas de 57.5 m de largo y 1 m de ancho, utilizando 4 camas para el experimento y dos como bordes. Esto se lo realizó mediante el uso de un motocultor de tal forma que el suelo presente las características apropiadas para el cultivo, es decir suelto sin presencia de terrones, ni malezas.

Trasplante. Una vez que se obtuvieron las plántulas de pimiento, se procedió a realizar el trasplante al invernadero. Para esto, primero se colocaron cuerdas en las camas de forma que se tenga una referencia con las distancias de siembra entre las dos hileras. Seguido de esto, se procedió a realizar el hoyado utilizando una medida correspondiente a la distancia entre plantas para finalmente colocar las plántulas en las camas. Al finalizar este proceso, se sembraron 10 hileras con una distancia entre hileras de 0.7 m, y un total de 1150 plantas de las cuales 920 fueron evaluadas en el experimento y 230 se utilizaron en los bordes, sembradas a una distancia de 0.5 m entre cada una de ellas.

Aplicación de biol. La aplicación de biol fue parte fundamental dentro del experimento; por esta razón, previo a cada aplicación, se realizaron las diluciones del biol en agua con las dosis correspondientes a cada tratamiento del experimento; una vez diluido el fertilizante se lo aplicó en forma de “drench”

a los tratamientos dentro de las distintas repeticiones o bloques, repitiendo el proceso con cada una de las dosis. Durante la duración del experimento se realizaron un total de 5 aplicaciones de biol, con periodos de 15 días entre cada aplicación.

Tutoreo. Este trabajo fue necesario realizarlo debido a que las plantas en el proceso de desarrollo tenían la necesidad de un soporte. Debido a esto se realizó el tutoreo de todas las plantas mediante la utilización de cuerdas, las cuales se encontraban sujetas a líneas de alambre colocadas sobre cada una de las hileras del experimento. Esta labor garantizó una mejor producción al igual que una mejor calidad del producto al evitar el contacto de los frutos con el suelo.

Controles fitosanitarios. En cuanto a estas labores, se realizaron controles mediante la utilización de productos de sello verde autorizados dentro de la agricultura orgánica. Los principales problemas que debieron ser controlados fueron ácaros, combatidos mediante aplicaciones de Neem (1 a 3 cc/l de agua), larvas defoliadoras, controladas mediante el uso de Dipel (1 a 3 cc/l agua) y aplicaciones de azufre para el control de Oídio (2 a 3 cc/l de agua).

Cosecha. Una vez que las plantas de pimiento iniciaron el proceso de producción se procedió a realizar la cosecha en gavetas. Las gavetas se encontraban marcadas de tal forma que se pudo realizar la medición de variables de cada uno de los tratamientos de forma individual.

#### **4.2.2 Método estadístico**

Para la realización del experimento se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cinco tratamientos que en este caso se trataban de las

distintas dosis de biol y cuatro bloques o repeticiones. Los tratamientos se los establecieron de la siguiente manera: Tratamiento 1 (90% de biol), tratamiento 2 (70% de biol), tratamiento 3 (50% de biol), tratamiento 4 (30% de biol) y tratamiento 5 o control (0% de biol). Dentro de cada tratamiento había 46 plantas, es decir un total de 184 plantas por tratamiento en las cuatro repeticiones. Para la evaluación se registraron los datos de las siguientes variables: número de frutos, peso de los frutos, longitud del fruto, diámetro del fruto, altura de la planta y altura de carga. Para la variable número de frutos, se cuantificó el total de frutos producidos dentro de cada tratamiento en cada una de las repeticiones, repitiendo el proceso por tres ocasiones debido a que se realizaron tres cosechas para el registro de los datos y luego se procedió a realizar el análisis de la variancia (ADEVA) utilizando los valores de tres repeticiones luego de excluir a la segunda repetición, por su marcada variación se excluyeron para el análisis. De igual forma, se procedió en la variable peso de los frutos, habiéndose tomado los datos en tres ocasiones; se cuantificó el peso total alcanzado en cada tratamiento dentro de cada repetición y se realizó de igual forma el análisis estadístico con los valores de las tres cosechas sin tomar en cuenta la segunda repetición. Para estas dos variables, también se realizó la prueba t de Student para encontrar diferencias entre los tratamientos. Para las variables longitud de fruto y diámetro de fruto de igual forma se recolectaron los datos por tres oportunidades de la siguiente manera: se tomaron al azar cinco frutos del total cosechado en cada tratamiento y se realizaron las mediciones de longitud y diámetro respectivamente; posterior a esto, se obtuvo el promedio de las tres mediciones y se realizó el ADEVA. Finalmente, para las variables altura de la planta y altura de carga solamente

se recolectaron los datos por una ocasión; el día de la primera cosecha, se seleccionaron 5 plantas al azar con competencia completa dentro de cada tratamiento en las cuatro repeticiones y se registraron los datos. En el caso de altura de planta, se midió desde la base del tallo hasta la parte más alta de cada una de las plantas seleccionadas en los tratamientos y se realizó el ADEVA, de igual forma, se procedió con la altura de carga pero esta vez se tomaron los datos solamente desde la base del tallo hasta el fruto que se encontraba en la parte mas baja de la planta.

En lo referente al ADEVA del diseño experimental utilizado, es decir, diseño de bloques completos al azar (DBCA), los componentes para el análisis fueron los bloques o repeticiones, los tratamientos con las distintas dosis de biol y el error experimental. Además, a partir del ADEVA, se determinaron los coeficientes de variación, las desviaciones estándar de las medias y las desviaciones estándar de la diferencia de las medias.

#### **4.2.3 Estimación de costos de producción**

Para los costos de producción de pimiento, se estimaron los costos del experimento para luego valorar el costo de producción de una hectárea. Dentro de las labores que se tomaron en consideración están: análisis de suelo; preparación del terreno; valor de la semilla; labores de siembra, trasplante, entre otros; fertilización, en este caso mediante la utilización de biol; controles fitosanitarios, cosecha, y otras labores culturales como deshierbas, tutoraos y monitoreos.

## 5. Resultados

### 5.1 Análisis de la variable peso del fruto

Según los resultados obtenidos en el experimento con relación al peso de los frutos de los distintos tratamientos, se encontró que si existe diferencia significativa  $p \leq 0.05$  entre las dosis de biol empleadas. Una vez realizado el ADEVA (Tabla 2) se obtuvo un valor F calculado para tratamientos de 11.06 superior al valor F tabular de 3.84. De igual forma, mediante la prueba de separación de medias de Tukey, se determinó que los tratamientos: t 4 (30% biol), t 2 (70% biol) y t 5 (control) fueron estadísticamente iguales, lo mismo que entre t 1 (90% biol) y t 3 (50% biol) y entre t 1 (90% biol), t 2 (70% biol) y t 5 (control). Adicionalmente, mediante la prueba t de Student, se realizaron comparaciones simples entre cada uno de los tratamientos con el tratamiento control, determinando que t 4 (30 % biol) y t 2 (70 % biol) si son estadísticamente diferentes que t 5 (control) ya que obtuvieron valores t calculados de 2.14 y 2.33 ( $p \leq 0.05$ ) respectivamente, mayores al valor tabular de t de 1.86. El CV para esta variable fue de 24.19%, el cual fue alto para tratarse de un experimento en condiciones controladas.

**Tabla 2. ADEVA correspondiente a la variable peso del fruto**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Total	14	228.85			
Bloques	2	28.55	14.27	3.72 NS	4.46
Tratamientos	4	169.64	42.41	11.06 *	3.84
Error	8	30.67	3.83		



CV= 24.19 %

Sy= 1.13

Sd= 1.60

**Tabla 3. Separación de medias de Tukey para la variable peso del fruto (kg)**

t 3	t 1	t 5	t 2	t 4	Media general
2.77	5.67	9.47	11.13	11.43	8.09
c	cb	ba	ba	a	

Tukey = 5.53

## 5.2 Análisis de la variable número de frutos

Para esta variable, existió diferencia estadística significativa  $p \leq 0.05$  entre los tratamientos o dosis de biol utilizadas en el experimento. Una vez realizado el ADEVA (Tabla 4), para tratamientos el valor F calculado fue de 9.94 mayor que el valor F tabular de 3.84. Además, en base a la prueba de separación de medias de Tukey se determinó que t 1 (90% biol), t 2 (70% biol), t 4 (30% biol) y t 5 (control) no difieren estadísticamente entre si en la variable número de frutos, pero se encontró que t 3 fue significativamente menor que t 5, t 4 y t 2. Al igual que en la variable anterior el CV de 23.83 % es alto.

**Tabla 4. ADEVA correspondiente a la variable número de frutos**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Total	14	13006.40			
Bloques	2	1117.20	558.60	2.24 NS	4.46
Tratamientos	4	9898.40	2474.60	9.94 *	3.84
Error	8	1990.80	248.85		

CV= 23.83 %

Sy=9.11

Sd=12.88

**Tabla 5. Separación de medias de Tukey para la variable número de frutos**

t3	t1	t5	t4	t2	Media general
23.33	51	77.33	88	91.33	66.20
b	ba	a	a	a	

Tukey= 44.54

De igual forma, se realizaron comparaciones simples mediante la prueba t de Student entre cada uno de los tratamientos con relación al control, en donde se encontraron diferencias estadísticas significativas entre t 2 y t 4 en comparación a t 5 (control) a pesar de no existir diferencias entre los tratamiento t 1, t 2, t 4 y t 5 en la prueba de separación de medias de Tukey. Los valores t calculados para t 2 y t 4 en esta prueba fueron de 2.50 y 1.91 ( $p \leq 0.05$ ) respectivamente, los mismo que son significativamente mayores a t tabular de 1.86.

### 5.3 Análisis de la variable longitud del fruto

Respecto a los resultados obtenidos relacionados con la longitud del fruto de los diferentes tratamientos no se encontró diferencia estadística significativa entre las diferentes dosis de biol utilizadas en el experimento. Los resultados del ADEVA (Tabla 6) muestran claramente que los valores F calculados tanto para bloques al igual que para tratamientos son menores que los valores F tabulares. Para el caso de esta variable, pese a no existir diferencia estadística, el tratamiento que obtuvo la media con el valor mas alto fue el número 5 correspondiente al control, alcanzando un valor de 15.51 cm de longitud y la media general de todos los tratamientos fue de 14.98 cm. En adición, se obtuvo un CV aceptable de 5.56 %.

**Tabla 6. ADEVA correspondiente a la variable longitud de fruto**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Total	19	12.89			
Bloques	3	2.44	0.81	1.17 NS	3.49
Tratamientos	4	2.11	0.53	0.76 NS	3.25
Error	12	8.34	0.70		

CV= 5.56 %

Sy= 0.42

Sd= 0.59

**Tabla 7. Medias para la variable longitud del fruto**

T1 (90% biol)	14.57 cm
T2 (70% biol)	14.93 cm
T3 (50% biol)	14.77 cm
T4 (30% biol)	15.14 cm
T5 (Control)	15.51 cm
Media general	14.98 cm

#### 5.4 Análisis de la variable diámetro del fruto

En cuanto a la variable agronómica diámetro de fruto, los resultados obtenidos reflejan claramente que no existe diferencia estadística significativa alguna en cuanto a tratamientos y bloques en el experimento. Para bloques y tratamientos, mediante el ADEVA (Tabla 8) se obtuvieron los valores F calculados, que resultaron menores a los valores tabulares. En relación a las medias obtenidas de cada tratamiento, para el caso de la variable diámetro de fruto los tratamientos 2 (70% de biol) y tratamiento 4 (30% de biol) obtuvieron el mismo valor más alto de 5.85 cm de diámetro en la parte basal, en donde la

media general para todos los tratamientos fue de 5.78 cm. El CV obtenido fue bajo con un valor de 3.58 %.

**Tabla 8. ADEVA correspondiente a la variable diámetro del fruto**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Total	19	0.62			
Bloques	3	0.01	0.004	0.09 NS	3.49
Tratamientos	4	0.09	0.02	0.53 NS	3.25
Error	12	0.51	0.04		

CV= 3.58 %

Sy= 0.10

Sd= 0.15

**Tabla 9. Medias para la variable diámetro del fruto**

T1 (90% biol)	5.71 cm
T2 (70% biol)	5.85 cm
T3 (50% biol)	5.69 cm
T4 (30% biol)	5.85 cm
T5 (Control)	5.79 cm
Media general	5.78 Cm

### 5.5 Análisis de la variable altura de la planta

Otra de las variables estudiadas en este experimento es la altura de las plantas de los distintos tratamientos. Al igual que en las variables anteriores las diferencias encontradas no son estadísticamente significativas. Para bloques y tratamientos, los valores F calculados fueron menores que los valores F tabulares como se muestra en el ADEVA (Tabla 10). En el caso de las medias obtenidas en base a los resultados del experimento, se obtuvo que la media general de altura de planta para todos los tratamientos fue de 0.98 m, mientras

que la media mas alta fue de 1.02 m que corresponde al tratamiento 3 (50% de biol). Esta variable presenta un CV de 8.19% aceptable para un experimento en condiciones controladas.

**Tabla 10. ADEVA correspondiente a la variable altura de la planta**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Total	19	0.11			
Bloques	3	0.02	0.01	0.89 NS	3.49
Tratamientos	4	0.01	0.003	0.49 NS	3.25
Error	12	0.08	0.01		

CV= 8.19 %

Sy= 0.04

Sd= 0.06

**Tabla 11. Medias para la variable altura de planta**

T1 (90% biol)	0.96 m
T2 (70% biol)	1.00 m
T3 (50% biol)	1.02 m
T4 (30% biol)	0.98 m
T5 (Control)	0.96 m
Media general	0.98 M

## 5.6. Análisis de la variable altura de carga

Los resultados de altura de carga obtenidos en campo para determinar estadísticamente diferencias entre los tratamientos del experimento demostraron que no existen cambios significativos entre los distintos tratamientos. En base al ADEVA (Tabla 12), se determinó que los valores F calculados fueron menores a los valores F tabulares tanto en bloques como en

tratamientos. Pese a los resultados del ADEVA realizado, cabe recalcar que la media general de los tratamiento en cuanto a la altura de la carga fue de 0.43 m, y la media mas alta fue de 0.46 m relacionada con el tratamiento 3 (50% de biol). El CV resultante de 11.01 % es aceptable.

**Tabla 12. ADEVA correspondiente a la variable altura de carga**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Total	19	0.03			
Bloques	3	0.002	0.0006	0.27 NS	3.49
Tratamientos	4	0.01	0.0014	0.61 NS	3.25
Error	12	0.03	0.0023		

CV= 11.01%

Sy= 0.02

Sd= 0.03

**Tabla 13. Medias para la variable altura de carga**

T1 (90% biol)	0.41 m
T2 (70% biol)	0.43 m
T3 (50% biol)	0.46 m
T4 (30% biol)	0.44 m
T5 (Control)	0.42 m
Media general	0.43 m

## 5.7. Costos de producción de pimienta

<b>Tabla 14. COEFICIENTES TÉCNICOS Y COSTOS POR HECTAREA</b>					
<b>Producción de pimienta en invernadero</b>					
<b>Labor o actividad</b>	<b>Tecnología</b>	<b>Costo tecnología</b>			
	Unidades	Cant.	Costo	Total / ha	%
1) Análisis del suelo	Análisis completo	1	\$ 28,00	\$ 28,00	
	Subtotal			<b>\$ 28,00</b>	1,27
2) Preparación del suelo	Rastrada, surcada	1	\$100,00	\$ 100,00	
	Subtotal			<b>\$ 100,00</b>	4.55
3) Semilla	Híbrido Quetzal kg	0,45	\$ 86,00	\$ 38,70	
	Subtotal			<b>\$ 38,70</b>	1.76
4 )Siembra	Semillero Jornales	1	\$ 10,00	\$ 10,00	
	Trasplante Jornales	5	\$ 10,00	\$ 50,00	
	Subtotal			<b>\$ 60,00</b>	2.73
5) Fertilización	Biol Litros	660	\$ 0,50	\$ 330,00	
	Jornales	4	\$ 10,00	\$ 40,00	
	Subtotal			<b>\$ 370,00</b>	16.82
6) Labores culturales	Deshierbas (3) Jornales	20	\$ 10,00	\$ 200,00	
	Tutoreo: alambre kg	80	\$ 0,45	\$ 36,00	
	postes Unidades	2000	\$ 0,20	\$ 400,00	
	Jornales	4	\$ 10,00	\$ 40,00	
	Subtotal			<b>\$ 676,00</b>	30.73
7) Control fitosanitario	Trichoderma kg	3	\$ 25,00	\$ 75,00	
	Neem-x (Azadirachtina) Litros	1,5	\$ 23,80	\$ 35,70	
	Phyton (Sulfato de cobre) Litros	1,9	\$ 43,00	\$ 81,70	
	Dipel kg	1,5	\$ 32,00	\$ 48,00	
	Jornales	15	\$ 10,00	\$ 150,00	
	Subtotal			<b>\$ 390,40</b>	17.74
8) Cosecha	Cosecha Jornales	25	\$ 10,00	\$ 250,00	
	Subtotal			<b>\$ 250,00</b>	11.36
9) Costos directos	Total			<b>\$1.913,10</b>	86.96
10) Costos indirectos	15 % (Costos directos)			<b>\$ 286,97</b>	13.04
11) Costos totales				<b>\$2.200,07</b>	100
10) Rendimientos	Kg	10000	\$ 0,8	<b>\$8.000,00</b>	
11) Beneficio-Costo				<b>3.64</b>	

Los costos de producción de pimienta bajo condiciones de invernadero (Tabla 14), se los estimó para una superficie de cultivo de una hectárea, teniendo

como resultado un costo directo de \$ 1,913.10, un costo indirecto de \$ 286.97 correspondiente al 15 % de los costos directos y un costo total de \$ 2200.07. Del costo total el componente mas importante corresponde a labores culturales con un porcentaje del 30.73%, seguido de los controles fitosanitarios del cultivo con un 17.74 %.

Como mención especial, se debe aclarar que la cantidad de fertilizante o biol requerido para una hectárea se lo calculó en función del tratamiento que obtuvo los mejores rendimientos, es decir el tratamiento 4 (30% de biol). Asimismo, en los costos de producción no se consideró la infraestructura u otras inversiones para la producción.



## VI. Discusión

Al analizar los resultados obtenidos se encontró que pese a que t 2 (70% biol), t 4 (30% biol) y t 5 (control) son iguales estadísticamente, para la variable peso de los frutos, mediante la prueba t de Student si existió diferencia entre ellos, y se determinó que el tratamiento t 4 obtuvo las mayores magnitudes de entre los tres mencionados, lo que quiere decir, que pese a utilizar distintas dosis de biol, la dosis mas baja aplicada presentó los mejores resultados; estos resultados pueden ser atribuidos a las condiciones de fertilidad del suelo, las cuales no fueron uniformes para todos los tratamientos debido a que la zona del invernadero asignada para la realización del experimento no fue utilizada durante mucho tiempo y trabajos de enmienda del mismo debieron haberse realizado previamente; además, debido al manejo del cultivo, existieron inconvenientes con el tipo de riego, en donde por exceso de agua se tuvieron problemas de inundación, lo que ocasionó mortalidad de plantas en ciertas partes del experimento, disminuyendo de esta forma la producción y afectando así la productividad de cada uno de los tratamientos, resultando mejor el tratamiento que tuvo la menor dosis. Por otro lado, analizando la variable número de frutos, los tratamientos estadísticamente iguales fueron t 1 (90% biol), t 2 (70% biol), t 4 (30% biol) y t 5 ( control), pero mediante la prueba t de Student, si se encontraron diferencias entre estos tratamientos y el control, en donde t 2 que fue la segunda dosis mas alta aplicada es la que obtuvo las mayores magnitudes, lo que presenta semejanzas a lo obtenido por Bartolomé et al., (2012) en su estudio sobre la producción de pimiento, en el cual concluyeron que no existe un efecto significativo en el peso y en el número de frutos comerciales maduros cuando se utilizan diferentes dosis de fertilizante

nitrogenado; además, se debe recalcar que al utilizarse como base de la fertilización un producto orgánico, los resultados muchas veces no se los puede observar de forma inmediata ya que la asimilación de estos es más lenta que con los fertilizantes químicos o sintéticos como lo afirma Suquilanda (2003) en varias de sus publicaciones sobre producción orgánica de hortalizas.

Además de lo mencionado, en base al peso de frutos de los tratamientos se hizo una estimación del rendimiento de cada uno de ellos en relación a una hectárea de cultivo, en donde, el tratamiento 4 (30% biol) tendría el mejor rendimiento con 10.0 t/ha, seguido de el tratamiento 2 (70% biol) con 9.7 t/ha, tratamiento 5 (control) con 8.2 t/ha, tratamiento 1 (90% biol) con 4.9 t/ha y finalmente tratamiento 3 (50% biol) con un rendimiento de 2.4 t/ha. Analizando estos resultados y comparándolos con el rendimiento esperado de 30.0 t/ha y rendimientos obtenidos en estudios de producción orgánica de pimiento como el realizado por Suquilanda (2003), en donde el rendimiento potencial estimado fue de 37.0 t/ha, se determinó que incluso el tratamiento con el rendimiento más alto, es mucho menor que los otros rendimientos mencionados, lo que quiere decir, que el biol como fertilizante base para la producción de pimiento, no presentó una buena respuesta para este ciclo de cultivo de pimiento (Agripac, 2010).

Si bien es cierto que el biol no tuvo mayor efecto como fuente principal de fertilizante, se puede atribuir este problema a las cantidades empleadas en función de los componentes nutricionales presentes en el producto utilizado. Según los requerimientos nutricionales para el cultivo de pimiento se necesitan las siguientes cantidades de elemento puro: nitrógeno (N) 240 kg/ha, fósforo ( $P_2O_5$ ) 100 kg/ha, potasio ( $K_2O$ ) 280 kg/ha, calcio (CaO) 240 kg/ha, magnesio

(MgO) 200 kg/ha y azufre (S) 50 kg/ha. Si se quisiera suplir estos requerimientos del cultivo mediante el uso del biol empleado en el experimento, se deberían aplicar 198 l. al 100% es decir sin ninguna dilución y para el caso de las distintas dosis utilizadas la cantidad requerida será proporcionalmente mayor dependiendo del porcentaje de disolución. Para la dosis de 90% biol se requieren 217.8 l., 70% biol 257.4 l., 50% biol 297.0 l. y 30% biol 336.6 l.; en el experimento la cantidad total de biol utilizado fue de 400 litros, los cuales fueron diluidos para cada una de las dosis respectivamente, resultando en cantidades insuficientes para cubrir los requerimientos del cultivo, lo que puede ser otra de las causas por lo que el rendimiento alcanzado fue bajo (Suquilanda, 2003).

En el caso de las variables longitud y diámetro de fruto, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, pero se obtuvieron magnitudes muy similares entre cada uno de ellos para cada variable. La longitud promedio de todos los tratamientos fue de 14.98 cm, mientras que el promedio de diámetro fue de 5.78 cm; si se comparan estos valores promedios obtenidos con los valores de la información técnica del híbrido Quetzal proporcionado por la empresa Agripac (2010), se puede observar que se encuentran dentro del rango establecido en la ficha del híbrido, en donde la longitud de los frutos es de alrededor de 17 cm y el diámetro alrededor de 5 cm. Gracias a esto, se puede observar que las diferentes dosis de biol no presentaron ningún efecto en estas variables, pero de igual forma se confirma lo mencionado con anterioridad respecto a la lenta asimilación de los fertilizantes orgánicos, los que tiene un efecto visible en periodos de tiempo

mas largos; un segundo ciclo en el mismo sitio podría presentar mejores resultados.

Para las variables altura de planta y altura de carga, al igual que en las dos variables anteriores, tampoco se encontraron diferencias marcadas entre los tratamientos; sin embargo, se pudo observar que en el caso del tratamiento t 3 (50% de biol) la altura de la planta y la altura de carga fue la mayor, demostrando relación entre estas dos variables. Sin embargo, la altura promedio de las plantas de 0.98 m es baja en relación a la altura esperada para un híbrido semi indeterminado en condiciones de invernadero que es de 2 m, pese a que se proporcionó fertilización a todas las plantas dependiendo de los tratamientos respectivos, lo que indica que la fertilización química tiene un mayor efecto visible en el desarrollo de las plantas en periodos cortos de tiempo, en este caso, la fertilización orgánica utilizada no presentó resultados visibles durante la duración del ciclo del cultivo (Suquilanda, 2003).

Finalmente, en el análisis de los costos de producción, se puede observar que el costo directo para una hectárea de pimiento fue de \$ 1,913.10 manteniendo un sistema de producción orgánico. Comparando este valor obtenido en relación a los coeficientes técnicos y costos por hectárea para el cultivo de pimiento presentado por Mendoza y Arregui (2008) que fue de \$ 1,505.18, se tiene que para el año 2012 los costos de producción incrementaron un 27% en relación al año 2008. Analizando los componentes de los dos costos de producción se puede observar que no existe mucha variación entre las dos estimaciones, el componente mas importante en ambos casos son las labores culturales, que para el caso de Mendoza y Arregui fueron de \$ 625.50, mientras que en este experimento fue de \$ 676.00; existen dos componentes en los

cuales se pudo encontrar cierta variación entre las dos estimaciones, la primera fueron los controles fitosanitarios que para el 2008 tuvieron un valor de \$ 174.07, mientras que para este estudio fue de \$ 390.40, esta variación pudo deberse principalmente al tipo de manejo, en el estudio realizado por Mendoza y Arregui se trataba de un manejo tradicional mediante el uso de productos químicos los cuales fueron usados en menores cantidades y los precios mas bajos, mientras que para la estimación de este experimento se consideró un manejo orgánico en donde las cantidades empleadas a veces pueden ser mayores ya que se requieren mayores aplicaciones preventivas y de igual forma los precios de los productos orgánicos son mas altos; y el segundo componente con mayor variación es el correspondiente a la fertilización donde se puede observar que la fertilización basada en biol es mas costosa que la basada en fertilizantes químicos, donde la diferencia es \$ 370.00 para el caso del biol a \$ 113.50 para el caso de fertilización química tradicional.

## **VII. Conclusiones**

7.1. No existió ninguna diferencia marcada entre las distintas dosis de biol empleadas para la producción de pimiento en condiciones controladas.

7.2. El mayor número de frutos se logró con la dosis de biol del 70% sin mayores diferencias en relación a la dosis de 30%, 90% y control, alcanzando un número de frutos promedio de 91.33 frutos por parcela.

7.3. Las diferentes dosis de biol no tuvieron ningún efecto en las variables longitud y diámetro de fruto, lo que indica que no existe diferencias marcadas entre dosis bajas y altas de fertilización a base de biol.

7.4. En la producción de pimiento, existe relación entre la altura de planta y la altura de carga, mientras más alta sea la planta mayor será la altura de carga de la misma; en este caso la dosis 50% biol obtuvo la mayor altura de planta de 1.02 m al igual que la mayor altura de carga de 0.46 m.

7.5. La utilización de una fertilización en base de productos orgánicos como el biol no presentan resultados visibles inmediatos en un ciclo de cultivo de 4 meses, ya que su asimilación por la planta es de forma lenta.

7.6. Los costos de producción de una hectárea de pimiento híbrido Quetzal incrementó un 27% en el año 2012 en relación al año 2008, con un costo de producción de \$ 2,200.07 teniendo como el componente mas importante a las labores culturales que representan el 30.73% del costo total.

## **VIII. Recomendaciones**

8.1. Realizar un segundo estudio con el mismo diseño experimental para determinar los resultados de la fertilización a base de biol a largo plazo.

8.2. Estudiar la utilización de bioles elaborados con diferentes componentes y materiales, con la finalidad de determinar el producto óptimo para la producción de pimiento.

8.3. Antes de producir pimiento, se debe siempre esterilizar la tierra que se utilizará para los semilleros de tal forma que el material vegetal a utilizarse sea desde el inicio libre de patógenos que pueden mermar la producción y disminuir los rendimientos

8.4. Tecnificar el sistema de riego de una plantación de pimiento, ya que este es un factor muy importante que puede garantizar una buena producción y excelentes rendimientos, de lo contrario, un mal manejo hídrico es una de las principales causas de mortalidad de las plantas.

## Bibliografía

1. Agripac. 2010. División semillas. Folleto informativo sobre híbridos de pimiento. Quito, Ecuador.
2. Arias Segura, J. 2011. Alerta ante el aumento de los precios de los alimentos: nueva crisis o retorno de la misma del año 2008 España
3. Bartolomé, T; Coletto, J. M; Velázquez, R; García, A; Paniagua, L.L; Rodríguez, J.A; Córdoba, M.G; y Martín, A. 2012. Influencia de las técnicas de cultivo en la producción del pimiento para pimentón en la Comarca La Vera. Escuela de Ingenierías Agrarias (UEX). Cáceres, España.
4. Bustillo, J.M. 2010. Aplicación de fertilizantes orgánicos en cultivos energéticos y convencionales. Universidad de Burgos. UBUCOMP (Grupo de investigación en compostaje). España
5. Cardona, C; Rodríguez, I; Bueno, J y Tapia, J. 2005. Biología y Manejo de la Mosca Blanca *Trialeurodes vaporariorum* en Habichuela y Frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Publicación CIAT No. 345 [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/Car%C3%A1tula.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Car%C3%A1tula.pdf)
6. Duicela, L; Corral, R; Zambrano, L; Romero, F y Macías, A. 2003. Efecto del biol sobre la productividad del café arábigo. Cofenac. Proyecto: Desarrollo de tecnologías para la producción de café arábigo orgánico. (IG-CT-034). Ecuador
7. Duque, G y Oña, L. 2007. Respuesta del cultivo de pimiento (*Capsicum annum*), a dos fertilizantes de preparación artesanal aplicados al suelo con cuatro dosis, en la granja experimental E.C.A.A. Pontificia Universidad Católica de Ecuador Sede Ibarra. Ibarra. Ecuador.



8. FAO. 2010. Food and agriculture organization of the United Nations. Estadísticas sobre el cultivo de pimiento. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
9. FAO. 2009. Food and agriculture organization of the United Nations. Trade. Chillies and peppers, green. <http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx>
10. Gassó, F y Solomando, S. 2011. Soluciones e Instalaciones de un Invernadero. Universidad Politécnica de Catalunya. España.
11. Gomero, L. 2005. Los biodigestores campesinos: una innovación para el aprovechamiento de los recursos orgánicos. RAAA. Lima, Perú.
12. González, V y Pomares, F. 2008. La fertilización y balance de nutrientes en sistemas agroecológicos. Sociedad española de agricultura ecológica. Valencia. España
13. Hui-lian, X; Parr, J.F y Umemura, H. 2000. Nature farming and microbial applications. Journal of Crop Production. Volume 3. Food products press. Londres, Inglaterra.
14. INIA. 2008 Producción y uso del biol. Primera Edición. Editado por Agripina Roldán Chávez. Lima. Perú.
15. INIAP. 2008. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Guía Técnica de Cultivos. Cultivo de Pimiento. Portoviejo, Ecuador
16. Li, Q; Ning, P; Zheng, L; Huang, J; Li, G y Hsiang, T. 2012. Effects of volatile substances of *Streptomyces globisporus* JK-1 on control of *Botrytis cinerea* on tomato fruit. Biological Control; May 2012, Vol. 61 Issue 2, p113-120. Hubei, China.

17. Llanos, M. 1999. Control y tratamientos fitosanitarios en el cultivo de pimiento. Vida Rural N° 83. Buenos Aires, Argentina.
18. Mauricio, L y Leal, J. 2011. Efecto de la aplicación de azufre para el control de oidiosis "*leveillula taurica*" en el cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. imperial star. Universidad Nacional de Trujillo. Revista Scientia Agropecuaria 2(2011) pp. 169 – 176. Trujillo, Perú
19. Mendoza, H y Arregui, R. 2008. Coeficientes técnicos y costos por hectárea del pimiento. Guía técnica de cultivos. INIAP. Portoviejo, Ecuador
20. Moradi, H; Bahramnejad, B; Amini, J; Siosemardeh, A y Haji-Allahverdipoor, K. 2012. Suppression of chickpea (*Cicer arietinum* L.) Fusarium wilt by *Bacillus subtilis* and *Trichoderma harzianum*. Plant OMICS: Journal of Plant Molecular Biology & Omics; 2012, Vol. 5 Issue 2, p68-74. University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
21. Moreno, A. 2011. Análisis de la influencia del consumo hídrico en la producción, eficiencia en el uso del agua y el consumo de abono en el cultivo de pimiento en la comarca del Campo de Dalías. Universidad de Almería. España.
22. Nuez, F; Gil Ortega, R y Costa, J. 2003. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Ediciones Mundi-prensa. España
23. Pacheco, A. 2010 .Ventajas y desventajas del uso de invernaderos. Acea S.A. México.
24. Parsons, M. 1996. Manuales para la producción agropecuaria. Producción vegetal 18. Editorial Trillas. México

25. Ramírez, L; Ramírez, N; Fuentes, L; Jiménez, J y Hernández-Fernández, J. 2010. Estandarización de un bioensayo y evaluación preliminar de tres formulaciones comerciales de *Bacillus thuringiensis* sobre *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Revista Colombiana de Biotecnología. Vol 12. No. 1. Bogotá. Colombia
26. Ramos, R. 2005. Aceite de Neem un insecticida ecológico para la agricultura. Revista Zoe Tecno-Campo. España.
27. Reséndiz-Melgar, R; Moreno-Pérez, E; Sánchez-Del Castillo, F; Rodríguez-Pérez, J y Peña-Lomelí, A. 2010. Variedades de pimiento morrón manejadas con despunte temprano en dos densidades de población. Revista Chapingo. Serie Horticultura, vol. 16, núm. 3, septiembre-diciembre, pp.223-229. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México
28. Reyes, E; Valero, S y Garay, D. 2003. Estudio preliminar de las propiedades físicas de la especie *Azadirachta indica* (Neem), procedente del estado Falcón (Venezuela). Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Laboratorio Nacional de Productos Forestales (L.N.P.F.). Revista Forest. Venez. 47(2) pp 23-29. Mérida. Venezuela.
29. Sánchez, S. 2010. El regreso al futuro en fertilizantes; la fertilización orgánica. Revista Yosoyagricultor.es. España
30. Sanz de Galdeano, J; Del Castillo, J; Uribarri, A; Aguado, G y Sádaba, S. 2006. Invernaderos. Guía de manejos. Revista Navarra Agraria. España
31. Sanz de Galdeano, J; Del Castillo, J; Uribarri, A; Aguado, G y Sádaba, S. 2004. Pimiento en invernadero. Revista Navarra Agraria. España.

32. Sharma, P. 2011. Complexity of Trichoderma-Fusarium interaction and manifestation of biological control. Australian Journal of Crop Science; 2011, Vol. 5 Issue 8, p1027-1038. Australia
33. Suarez, J y Donoso, M. 2006. "Estudio de tres niveles de fertilización química y su efecto en el comportamiento Agronómico de dos Híbridos de pimiento (Capsicum annum L) en el sector del recinto "El Limón" Cantón Palestina Provincia del Guayas". Tesis. ESPOL. Ecuador
34. Suquilanda, M. 2003. Producción orgánica de pimiento. Producción Orgánica de hortalizas en sierra norte y central del Ecuador. pp. 102. Quito, Ecuador.
35. Suquilanda, M. 1996. Agricultura orgánica. Alternativa tecnológica del futuro. Ediciones UPS. FUNDAGRO. Quito. Ecuador
36. Villa Castorena, M; Catalán Valencia, E; Insunza Ibarra, M; Román López, A; González López, M y Valdéz Amaya, J. 2009. Cultivares y nutrición de chile pimiento (Capsicum annum L.) en invernadero de clima controlado. BIOtecnia, VOL. XI, NO. 2. pp 13-20. México